

Окончание табл.

Технология	Материалы		
		стоимость: 136 руб./кг [3]	стоимость: 800 руб./л [4]
Крашение без использования патины	KROMOROLLER [5]; расход (раствор 1:1): 24 г/м ² ; стоимость: 800 руб/л		

*В работе не был учтен коэффициент переноса материалов при нанесении.

Этот факт можно объяснить большими потерями при вытирании излишков материала. Согласно стоимости исходных материалов, такое крашение получится несколько дороже, особенно если наносить несколько слоев. Однако этот недостаток в стоимости материалов компенсируется значительным сокращением технологического цикла процесса крашения, и как следствие снижается трудоемкость отделки (исключение грунтования и сушки сокращает временные и трудовые затраты и делает отделку более эффективной и технологичной).

Библиографический список

1. Газеев М.В. Формирование лакокрасочных покрытий на древесине с применением красящего состава на основе алкидных смол: автореф. дисс. на соискание ученой степени канд. техн. наук: 05.21.05 / ФГБУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет». Екатеринбург, 2004. 20 с.
2. Уголев Б.Н. Древесиноведение и лесное товароведение. М.: Академия, 2006. 272 с.
3. Концентрат красителя P10. URL: <http://kraskinet.com.ua/shop/herlac/beizenkonzentrat-p10> (дата обращения: 13.03.2018).
4. Мебельный лак НЦ-243 непрозрачный / СК Химпром. URL: <https://kraska66.com/p57732273-mebelnyj-lak-nts.html> (дата обращения: 24.05.2018).
5. Verinlegno / СОМЭК ПЛЮС. URL: <http://www.somek.ru/download/-VERINLEGNO.pdf> (дата обращения: 23.05.2018).
6. KROMOROLLER / АЛЬФАКОЛОР. URL: <http://alfacolor.net/content/kromoroller> (дата обращения: 24.05.2018).

УДК 634

В.В. Чамеев¹, В.В. Иванов¹, В.В. Терентьев²

(V.V. Chameev¹, V.V. Ivanov¹, V.V. Terentev²)

(¹УГЛТУ, ²Уральский институт ГПС МЧС России, г. Екатеринбург, РФ)

Е-mail для связи с авторами:

chameev47@yandex.ru, victor.82@mail.ru, terentevv@rambler.ru

АЛГОРИТМЫ И МАШИННЫЕ ПРОГРАММЫ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ЛЕСООБРАБАТЫВАЮЩИХ ЦЕХОВ: КОМПОНЕНТ-ПРОГРАММА «СТАНОК»

ALGORITHMS AND MACHINE PROGRAMS FOR INVESTIGATION OF TECHNOLOGICAL PROCESSES OF WOODWORKING MACHINES: COMPONENT-PROGRAM «СТАНОК»

Обсуждаются блок-схемы алгоритмов функционирования станка лесобработывающего цеха. Результаты имитационного моделирования работы станка имеют

как самостоятельное значение, так и служат исходной информацией для моделирования всей станочной системы цеха.

In article discusses block diagrams of the algorithms for the functioning of the machine tool of the woodworking shop. Results of simulation machine are work as an independent value, and serve as source information for modeling the entire system of machine management.

Существенное сокращение затрат времени и средств на подготовку статистической информации о работе станочного оборудования для моделирующего алгоритма (компонент-программы (КП) «ПОТОК» [1]) технологического процесса лесообработывающего цеха возможно созданием математической модели и алгоритма по определению параметров распиловки на станках лесообработывающих цехов. В основу моделирующего алгоритма положена математическая модель формирования длительности цикла для станочного оборудования. Моделирующий алгоритм и машинная программа созданы в двух вариантах.

В ЭВМ-программе Р82-1 [2] основными выходными данными при решении задачи являлись гистограммы значений случайных величин – длительность распиловки круглых лесоматериалов на лесопильных рамах, длительность циклового простоя, длительность между цикловыми простоями, а также производительность лесопильной рамы по сырью в штуках и метрах кубических (идеальная и цикловая).

Программа Р82-1 применялась как самостоятельно для решения технологических задач, так и совместно с программами по имитационному моделированию технологических процессов лесообработывающих цехов ГД-4 и Н01 (ранние варианты КП «ПОТОК»). В последнем варианте программа Р82-1 носит название КП «СТАНОК». Основное отличие КП «СТАНОК» от своей предшественницы Р82-1 состоит в том, что она способна имитировать целую гамму станков, применяемых в лесопилении, но она перестала определять цикловые простои станка. КП «СТАНОК» может являться самостоятельной программой для решения различных технологических задач, а также являться компонентой комплекс-программы «ЦЕХ» [3] для подготовки исходной статистической информации для моделирования технологических процессов по компонент-программе «ПОТОК». Ниже последовательно изложены алгоритмы программ Р82-1 и «СТАНОК».

Программа Р82-1. Технологическая сущность задачи моделирования основных технологических показателей работы лесопильной рамы 1 ряда в лесообработывающем цехе

Задача заключается в определении статистических оценок основных технологических показателей работы лесопильной рамы первого ряда (см. массив выходной информации), в зависимости от основных факторов, влияющих на показатели работы рамы (см. массив выходной оперативной информации), при помощи многократной реализации моделирующего алгоритма на ЭВМ, построенного на базе статистического описания элементов цикла лесопильной рамы (см. массив входной информации для длительного пользования).

Реализация моделирующего алгоритма на ЭВМ состоит в циклическом повторении имитации распиловки брёвен на лесопильной раме, определении в каждом цикле основных технологических показателей распиловки и дальнейшей статистической обработки их в конце моделирования.

Описание информационных массивов

Информация, используемая при реализации моделирующего алгоритма, объединена в следующие массивы.

1. Массивы входной оперативной информации:

- массив параметров сырья;
- массив характеристики поставка;
- массив параметров моделируемой рамы;
- массив параметров рамных пил;
- массив характеристики сезона распиловки;
- массив построения гистограмм частот распределений моделируемых случайных величин.

2. Массив входной информации для долговременного пользования.

3. Массив промежуточной информации.

4. Массив выходной информации.

В массив параметров сырья перед началом моделирования заносят статистические оценки толщины и длины сырья, породный состав: в массив характеристики поставка лесопильной рамы – тип поставка (чётный или нечётный) и запись поставка; в массив параметров моделируемой рамы – основные технические данные лесопильной рамы и впередирамных тележек (посылку максимальную и минимальную, частоту вращения коленвала, ход пильной рамки и т. п.). В массив параметров рамных пил заносят способ подготовки зубьев (развод или плющение) и ширину пропила. В массиве характеристики сезона распиловки указывают период распиловки (летний или зимний). В массив построения гистограмм записывают начало первых интервалов и величины интервалов.

В массиве входной информации для долговременного пользования хранятся статистические оценки, характеризующие длительность выполнения элементов цикла, типы вероятностных теоретических распределений случайных величин, различные коэффициенты и константы. Информация этого массива характеризует коротышовую раму *РК*. Переход к раме другой марки осуществляется при помощи информации, хранящейся в массиве для параметров моделируемой рамы.

Массив промежуточной информации в основном служит для справок, отладки программ, обнаружения ошибок в процессе моделирования. Может быть использован для стыковки с программой технологического процесса всего цеха. В этом массиве фиксируются после реализации параметры *i*-го бревна временные параметры, характеризующие процесс распиловки *i*-го бревна, системное время моделирования *T*.

Массив выходной информации включает сумматоры и те величины, которые выдаются на печать. К ним относятся частоты значений случайных величин (длительности распиловки, длительности циклового простоя, длительности между цикловыми простоями), вероятность простоя, коэффициент производительности, производительность цикловая и идеальная, штучная и объёмная и другие показатели.

Алгоритм решения задачи

Моделирующий алгоритм рассматривает функционирование лесопильной рамы в течение времени моделирования *T*. Для каждого *i*-го бревна в процессе моделирования на ЭВМ определяется текущее время начала пиления $t_{н\ell}^i$, продолжительность пиления t_{ℓ}^i , текущее время конца пиления $t_{к\ell}^i$, продолжительность циклового простоя t_n^i , возникающего когда время выполнения вспомогательных операций с *i*-м бревном t_{σ}^i превышает время пиления свободного конца предыдущего бревна t_c^{i-1} .

Схематично работа лесопильной рамы, состоящая из поочерёдно повторяющихся во времени периодов непрерывной работы рамы и простоев t_n^i приведена на рисунке 1. В период работы рамы без межторцовых разрывов (рис. 1, б) текущее время начала пиления бревна, поступающего в раму, $t_{н\ell}^i$, будет равно текущему времени конца пиления предыдущего бревна $t_{к\ell}^{i-1}$. Текущее время конца пиления *i*-го бревна рассчитывается по формуле:

$$t_{к\ell}^i = t_{н\ell}^i + t_{\ell}^i,$$

где t_{ℓ}^i – время пиления i -го бревна.

В случае когда появляются межторцовые разрывы продолжительностью t_n^i (см. рис. 1, *a*), текущее время начала пиления i -го бревна $t_{нл}^i = t_{кл}^{i-1} + t_n^i$, текущее время конца пиления $t_{кл}^i = t_{нл}^i + t_l^i$, текущее время начала i -го простоя $t_{нп}^i = t_{кл}^{i-1}$, текущее время конца i -го простоя $t_{кп}^i = t_{нл}^i$, время между смежными простоями $t_{мп}^i = t_{кл}^{i-1} - t_{кп}^{i-1}$.

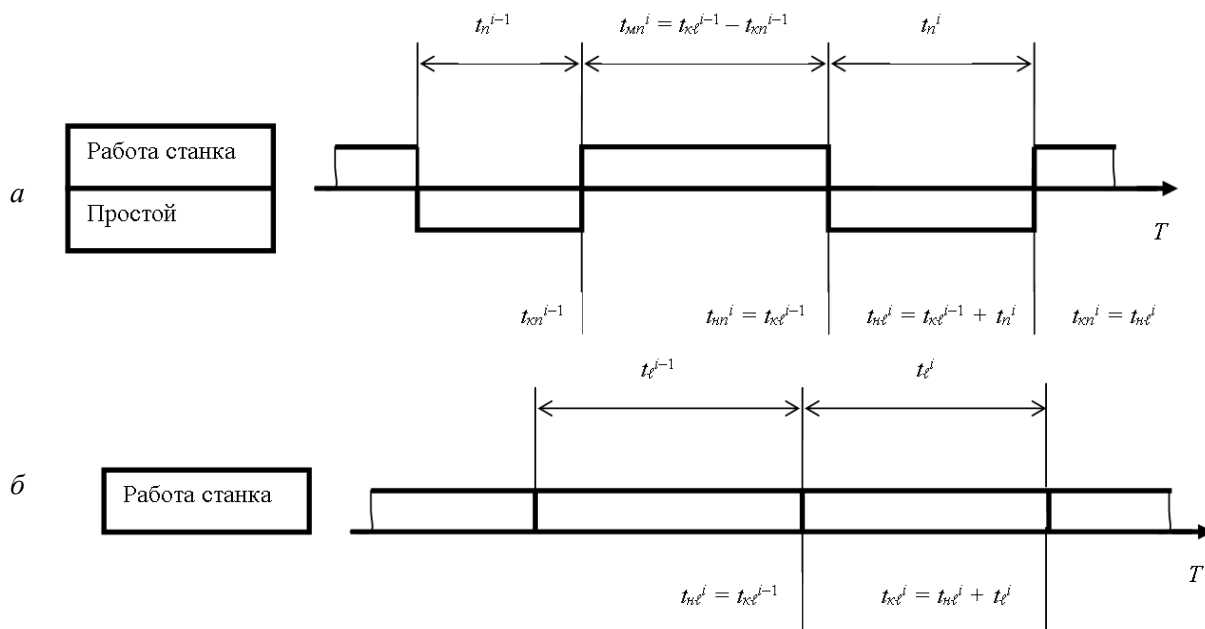


Рис. 1. Временная диаграмма функционирования лесопильной рамы по времени:
а – с простоями; *б* – без простоев

На рисунке 2 представлена принципиальная схема моделирующего алгоритма по определению основных технологических показателей работы лесопильной рамы 1-го ряда в лесообрабатывающем цехе.

Для пояснения структуры рассматриваемого моделирующего алгоритма потребуются приведенные ниже операторы.

Π_1 – ввод исходных данных (см. описание информационных массивов).

P_2 – выполнение начальных условий: текущее время конца предшествующего циклового простоя $t_{kn}^{i-1} = 0$; длительность пиления длины свободного конца $i-1$ бревна $t_c^{i-1} = 0$; текущее время конца пиления $i-1$ бревна $t_{kl}^{i-1} = 0$.

P_3 – обнуление ячеек, отведённых под сумматоры (счётчики), и частоты распределений моделируемых случайных величин.

Φ_4 – формирование случайных значений параметров для i -го бревна: толщины d_i , длины ℓ_i породы P_i , объема V_i , длины свободного конца бревна l_c^i , суммарной высоты пропилов $\sum h_i$. Толщина сырья d_i и его длина ℓ_i формируются по статистикам (среднее значение и среднее квадратическое отклонение случайной величины d) заданного теоретического вероятностного распределения датчиком случайных чисел; порода – по равномерному закону согласно заданному процентному соотношению пород в выборке.

Объем бревна V_i определяется по формуле интерпретирующей таблицы объемов круглых лесоматериалов по ГОСТу 2708-44.

Длина свободного конца бревна ℓ_c^i определяется датчиком случайных чисел по нормальному распределению по статистикам (среднему и среднему квадратическому

отклонению), зависящим от длины i -го бревна. Суммарная высота пропилов $\sum h_i$, приходящихся на одно бревно, определяется по специально разработанной для этой цели подпрограмме.

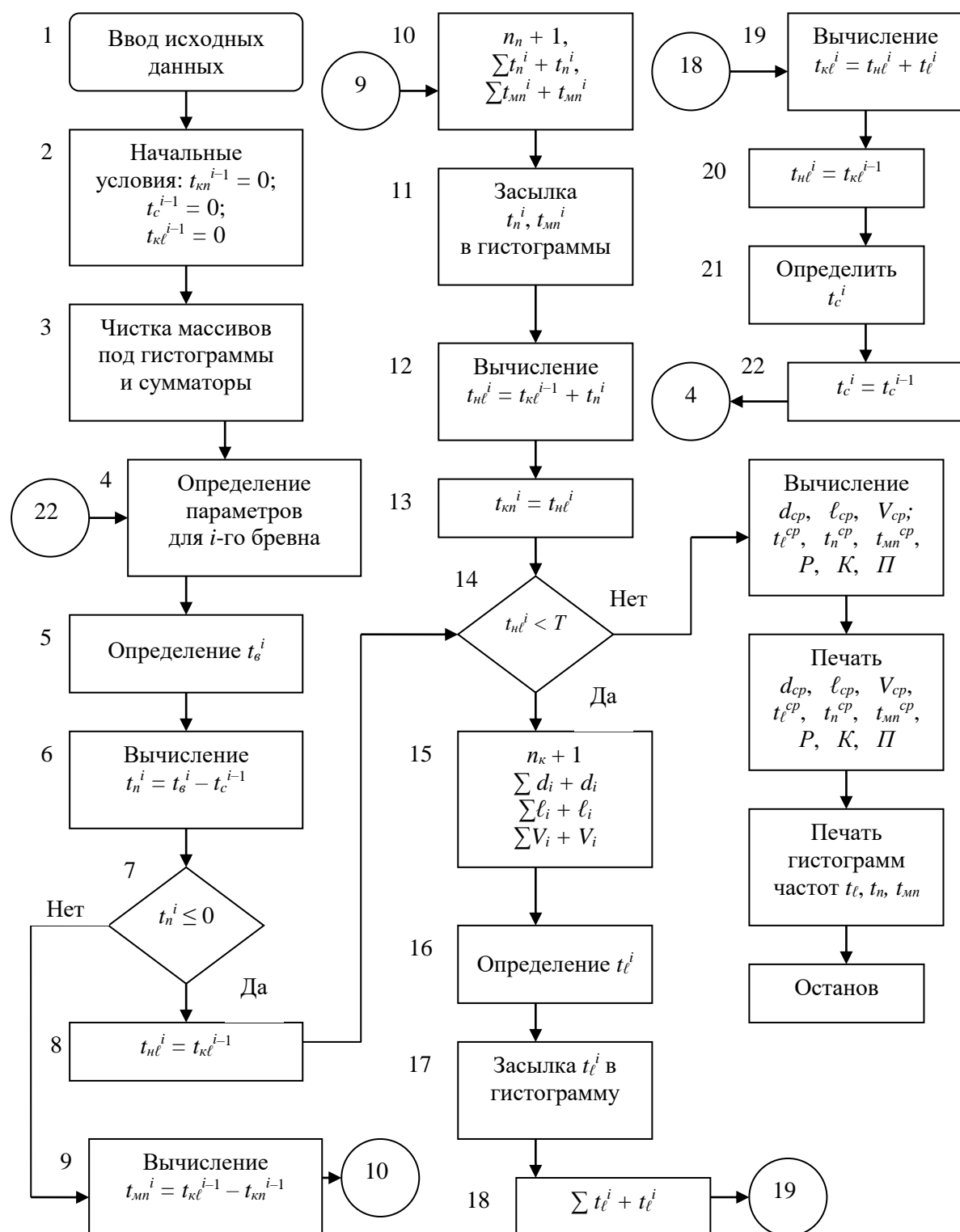


Рис. 2. Принципиальная схема моделирующего алгоритма программы P82-1

Полученные значения параметров i -го бревна запоминаются и используются в дальнейшем:

Φ_5 – формирование случайного значения длительности выполнения вспомогательных операций с i -м бревном t_e^i . Как и в предыдущем случае, оператор Φ_5 объединяет целую группу операторов. Время выполнения вспомогательных операций состоит из следующей суммы слагаемых $t_e^i = t_x^i + t_z^i + t_p^i + t_{zl}^i$.

Параметры элементов цикла:

- длительность разжима бревна и холостого хода тележек t_x ,
- длительность выполнения операции по загрузке тележек бревном t_z ,
- длительность рабочего хода тележек t_p ,
- длительность загрузки рамы бревном t_{zl} определяется по соответствующим формулам, а генерация значений элементов цикла для i -го бревна – датчиком случайных чисел по заданным законам вероятностных теоретических распределений.

A_6 – вычисление продолжительности циклового простоя (для первой реализации $t_{\kappa\ell}^{i-1} = 0$).

P_7 – проверка условия $t_n^i \leq 0$ на наличие циклового простоя; определение текущего времени начала пиления очередного бревна для случая отсутствия циклового простоя между i и $i-1$ брёвнами (для первой реализации $t_{\kappa\ell}^{i-1} = 0$).

A_9 – вычисление времени между смежными цикловыми простоями (для первой реализации $t_{\kappa\ell}^{i-1} = 0$).

K_{10} – счётчик количества цикловых простоев n , сумматоры для подсчёта суммарного времени простоев $\sum t_n^i$ и суммарного времени безпростойной работы рамы $\sum t_{mn}^i$.

A_{11} – построение гистограмм частот распределений случайных величин – длительности циклового простоя и длительности безпростойной работы рамы.

A_{12} – определение текущего времени начала пиления очередного бревна для случая, наступающего после окончания циклового простоя.

A_{13} – определение нового значения текущего времени конца $(i-1)$ простоя, необходимого для очередной реализации с i -м бревном.

P_{14} – проверка условия на конец моделирования.

K_{15} – счётчик количества распиленных брёвен; сумматоры для определения суммарной толщины распиленного сырья, суммарной длины и суммарного объёма.

Φ_{16} – формирование продолжительности пиления i -го бревна. Значение t_{ℓ}^i определяется из произведения сомножителей t_m^i и ℓ_i , где t_m^i – продолжительность пиления 1 метра длины бревна. Значение t_m^i формируется в зависимости от d_i по нормальному или по логнормальному закону зависит от породы. Параметры распределений функционально связаны с $\sum h_i$. Учёт сезона распиловки, способа подготовки зубьев учитывается при помощи вводимых коэффициентов.

Учёт типа моделируемой рамы производится при помощи коэффициентов, определяемых в процессе моделирования путём сравнения паспортных характеристик моделируемой рамы и рамы PK ;

A_{17} – построение гистограммы частот распределения случайной величины – продолжительности пиления бревна;

A_{18} – сумматор для определения времени чистой работы рамы;

A_{19} – вычисление текущего времени конца пиления i -го бревна;

A_{20} – определение нового значения $t_{\kappa\ell}^{i-1}$, необходимого для моделирования распиловки $i + 1$ бревна;

A_{21} – определение длительности пиления длины свободного конца бревна ($t_c^i = t_m^i l_c^i$);

A_{22} – перенос значения t_c^i в ячейку для t_c^{i-1} (необходимо для очередной реализации с $i + 1$ бревном);

A_{23} , Y_{24} , Y_{25} – вычисление и печать моделируемых показателей работы рамы по известным формулам с использованием накопленных за время моделирования показаний счётчиков и сумматоров:

- средней толщины сырья d_{cp} ;
- средней длины сырья ℓ_{cp} ;
- среднего объёма брёвен V_{cp} ;
- средней длительности распиловки брёвен $t\ell_{cp}$;
- средней длительности циклового простоя $t_n\ cp$;
- средней длительности между цикловыми простоями $t_{mn}\ cp$;
- вероятности возникновения циклового простоя P ;
- коэффициента производительности K ;
- производительности идеальной и цикловой;
- печать гистограмм частот случайных величин $t\ell$, t_n , t_{mn} ;
- Y_{26} – останов.

Работа моделирующего алгоритма протекает следующим образом. Операторы Π_1 – Π_3 осуществляют ввод исходных данных и задают начальные условия для моделирования. Операторы Φ_4 – A_6 вычисляют продолжительность возможного циклового простоя t_n^i . В случае отсутствия циклового простоя между бревном распиливаемым и бревном готовящимся к распиловке, определяемых оператором P_7 , управление передаётся оператору A_8 , который назначает текущее время начала пиления i -го бревна равным концу пиления $(i - 1)$ бревна и передаёт далее управление оператору P_{14} .

При наличии циклового простоя ($t_n^i > t\ell^{i-1}$) управление от оператора P_7 передаётся группе операторов A_9 – A_{13} . Существенным моментом в этой группе операторов является назначение текущего времени начала пиления i -го бревна с учётом продолжительности состоявшегося перед этим циклового простоя. После определения текущего времени возможности начать пиление i -го бревна (операторы A_8 и A_{12}) оператор P_{14} проверяет целесообразность этого. В случае если время моделирования не истекло, то бревно начинает распиливаться. Для этого оператор Φ_{16} определяет продолжительность пиления, а оператор A_{19} – текущее время конца пиления i -го бревна. После распиловки i -го бревна станок приступает к распиловке $i + 1$. Для этого оператор A_{22} передаёт управление оператору Φ_4 для очередной реализации с $i + 1$ бревном.

Перед переходом к очередной реализации операторы A_{13} , A_{20} , A_{22} предварительно обновляют текущие времена t_{kn}^{i-1} , t_{kl}^{i-1} и продолжительность пиления длины свободно-го конца t_c^{i-1} . В течение каждой реализации, имитирующей раскрой i -го бревна, в счётчики и сумматоры посылается информация, необходимая в дальнейшем для вычисления в конце моделирования показателей работы рамы (операторы K_{10} , A_{11} , K_{15} , A_{18}).

Вернёмся к оператору P_{14} . В случае если время моделирования истекло, то управление передаётся к группе операторов A_{23} – Y_{26} , вычисляющих показатели работы рамы за время моделирования, выводящих их на печать и останавливающих программу.

Компонент-программа «СТАНОК»

Компонент-программа «СТАНОК» составлена на основе математических моделей деления лесоматериалов на станках и математических моделей формирования длительностей циклов для станочного оборудования. Схема моделирующего алгоритма приведена на рисунке 3.

Основные входные данные (блок 1):

- объем моделирования сырья;
- толщина и длина сырья (среднее, СКО, минимальное и максимальное значения случайных величин, типы вероятностных распределений), породный состав;

- тип станка и его характеристика;
- постав;
- сезон работы;
- параметры для построения гистограмм.

После обнуления сумматоров (блок 2) программа генерирует для каждого i -го бревна породу, толщину d_i , длину ℓ_i , определяет объем бревна V_i .

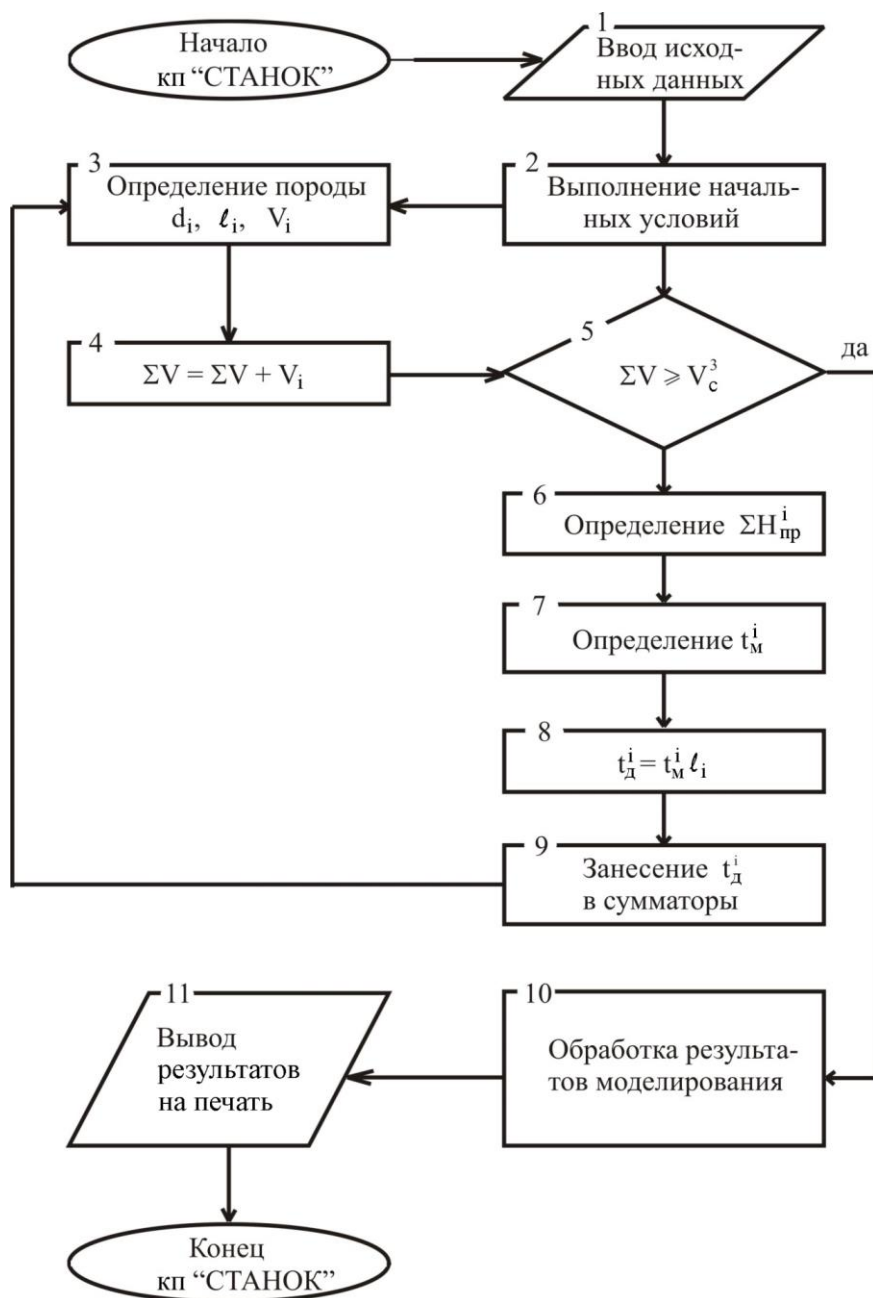


Рис. 3. Принципиальная схема компонент-программы «СТАНОК»

В блоке 5 происходит проверка на конец моделирования. При объеме смоделированного сырья ΣV , превышающего заданный объем V_c^3 , управление передается на блоки 10, 11 для обработки результатов моделирования и выдачи их на печать.

При $\Sigma V < V_c^3$ управление передаётся к блокам 6, 7, 8 для определения длительности деления i -го бревна на заданном станке. Полученное значение t_{di} заносится в соответствующую ячейку (блок 9).

Выходная информация выдается на печать в виде таблиц, содержащих частоты попаданий значений случайной величины t_d в заданные интервалы, а также средние значения и СКО величины t_d . Длительность циклового простоя в длительности цикла учитывается коэффициентом производительности K_n :

$$t_d = t_\ell K_n.$$

Численные значения K_n зависят от средней длины распиливаемых брёвен ℓ_{cp} . По результатам исследования с помощью программы Р82-1 получена статистическая зависимость:

$$K_n = 1,0546 e^{-0,2061/\ell_{cp}}.$$

Программы Р82-1 и «СТАНОК» проверены на адекватность, применялись в НИР и в учебном процессе, могут использоваться бакалаврами, магистрантами и аспирантами при решении своих конкретных задач.

Библиографический список

1. Алгоритмы и машинные программы для исследования технологических процессов лесоперерабатывающих цехов: обобщённая схема компонент-программы «ПОТОК» / В.В. Чамеев, Г.Л. Васильев, Ю.В. Ефимов, В.В. Терентьев // Деревообработка: технологии, оборудование, менеджмент XXI века: труды X Международн. евразийск. симпозиума. Екатеринбург, 2015. С. 87–92.
2. Исследование и разработка рекомендаций по повышению эффективной работы лесоперерабатывающих цехов на имитационной модели: отчет о НИР/УЛТИ № 24/81-1; рук. Н.В. Лившиц; исполн. В.В. Обвинцев, В.В. Чамеев и др.; № ГР 81101973; Инв. № 2825045307. Свердловск, 1981. 44 с.
3. Алгоритмы и машинные программы для исследования технологических процессов лесоперерабатывающих цехов: архитектура комплекс-программы «ЦЕХ» / В.В. Чамеев, С.Б. Якимович, Ю.В. Ефимов, Г.Л. Васильев // Молодой учёный. 2015. № 10 (90). Ч. III. С. 357–360.

УДК 634

В.В. Чамеев¹, В.В. Иванов¹, В.В. Терентьев²

(V.V. Chameev¹, V.V. Ivanov¹, V.V. Terentev²)

(¹УГЛТУ, ²Уральский институт ГПС МЧС России, г. Екатеринбург, РФ)

Е-mail для связи с авторами:

chameev47@yandex.ru, victor.82@mail.ru, terentevv@rambler.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ДОМИНИРУЮЩИХ ФАКТОРОВ НА ОСНОВНЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ГОЛОВНОГО СТАНКА ЛЕСООБРАБАТЫВАЮЩЕГО ЦЕХА

RESEARCH INFLUENCE OF DOMINANT FACTORS ON MAIN TECHNOLOGICAL FACTORS INDICATORS HEAD MACHINE FORESTRY SHOP

На имитационной модели лесоперерабатывающего станка исследовано влияние толщины и длины круглых лесоматериалов на длительность распиловки брёвен, длительность циклового простоя и вероятность его появления, на коэффициент